

Feldespatos de pegmatitas de clase II y IV en el area de Colmenar Viejo - Manzanares (Madrid)

Luis SÁNCHEZ MUÑOZ, (1); Sol LÓPEZ ANDRES, (2);
Martín FERNÁNDEZ HERNÁN, (3) y Javier GARCÍA GUINEA, (1)

(1) Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid C/Jose Gutierrez Abascal 2 28006-Madrid

(2) Dpto. Cristalografía y Mineralogía. Fac. Ciencias Geológicas. Universidad Complutense 28040-Madrid

(3) Ayuntamiento de Colmenar Viejo (Madrid) Plaza Mayor. Colmenar Viejo 28770-Madrid

Abstract: Los Rancajales-Colmenar Viejo II-class pegmatite is associated with Los Remedios regional aureole S-type peraluminic granitoids. Alkali feldspars (OR, IM-LM and LA) display mainly subsolidus stage crystallization as shown by their textural characteristics (regular and irregular vein-type perthites), as well as the Si-Al distribution and solid solution compositions.

Pegmatites El Jaron IV-class are associated with La Pedriza alkaline biotitic leucogranite. The feldspars observed in the pegmatites and pockets show characteristics of hydrothermal stage as indicated by patch perthite textures, Al-Si distribution and low degree of solid solution.

Both types of body pegmatites are fundamentally differentiated by the vapour-fluid hydrothermal stage in the IV-class pegmatites.

Alkali feldspars chemical-structural characteristics are homogenized by the vapour-fluid phase: well ordered and pure feldspars with patch perthite textures are formed; the biotites are transformed into chlorites; Ca and Fe are dissolved into a fluid phase. On the other hand, pockets mineralogy (quartz, stilbite, hematite, opal and fluorite) are deposited from CO₂, H₂O y F rich solutions below °C 500.

Key words: Pegmatite granitics, alkali feldspars, order-disorder, solid solution, perthites.

Resumen: La pegmatita de Los Rancajales-Colmenar Viejo (asociada a los granitoide peraluminicos de tipo S de aureola regional de Los Remedios), es de clase II, y sus feldespatos alcalinos (OR, IM-LM y LA) presentan principalmente desarrollo de la etapa subsolidus de cristalización, en base a los caracteres texturales (pertitas en venas regulares e irregulares), grado de ordenamiento Si-Al y composición de las soluciones sólidas.

Los feldespatos alcalinos de la pegmatita de clase IV de El Jaron (asociada al leucogranito biotítico alcalino de La Pedriza), tanto de la roca como de las cavidades hidrotermales presentan características de la etapa hidrotermal, evidenciados a través de las texturas (pertitas parche), del grado de ordenamiento Si-Al (LM y LA) y del bajo grado de solución sólida.

La diferencia fundamental entre ambos tipos de roca es la existencia de una fase hidrotermal bifásica (vapor-fluido) en la pegmatita de clase IV, que produce diversos fenómenos; por un lado la fase vapor da lugar a la homogeneización de los caracteres químico-estructurales de los feldespatos alcalinos de la roca y genera feldespatos muy ordenados y muy puros en textura de tipo pertitas parche, transforma biotita a clorita y produce un reajuste químico en el que el Ca y el Fe pasan a la fase fluida; y por otro, la fase fluida rica en CO₂, H₂O y F da lugar a la mineralogía de las

cavidades hidrotermales (cuarzo, cleavelandita, microclina baja, epidota, clorita, calcita, estilbita, hematites, opalo y fluorita), a temperaturas inferiores a 500°C.

Palabras clave: Pegmatitas graníticas, feldespatos alcalinos, solución sólida, orden-desorden, portitas.

Introducción y Antecedentes

Los feldespatos alcalinos en pegmatitas, han sido usados como indicadores geoquímicos de mineralizaciones de elementos raros (Trueman y Cerny, 1982; Cerny et al., 1985; Möller y Morteani, 1987) y como indicadores geotermométricos y de los procesos y etapas de cristalización actuantes durante su génesis (Sánchez Muñoz, 1989).

Los criterios usados para el estudio de feldespatos son: el grado de ordenamiento Si-Al (Blasi et al., 1984; Stevenson & Martin, 1986; Cerny & Chapman, 1984; Cerny et al., 1984), las texturas y microestructuras (Fitz Gerald & McLaren, 1982), y la geoquímica de elementos menores (Gerasimovskiy & Zalashkova, 1976); Cerny et al., 1984; Shearer et al., 1985).

El granitoide de Los Remedios está constituido por adamellitas y granodioritas peraluminicas, de dos micas, de tendencia alcalina, sincinemático con F2, y de origen anatóctico mesocrustal (González del Tánago y Bellido, 1981), y corresponde al grupo G_o, sincolisionales y palingenéticos de Fuster y Villaseca (1987). Sus pegmatitas asociadas, presentan mineralizaciones locales en Be, Nb, Ta, y U, fosfatos (isokita, triplita, wolfeita, fosfoserita, etc) (González del Tánago, 1981, 1985; Marensi y García Guinea, 1984; Sánchez Muñoz et al., (1987, 1989). La cartografía de la zona se presenta en la Figura 1 (Fuster y Villaseca, 1987).

El leucogranito biotítico de La Pedriza ha sido clasificado como perteneciente al grupo G₄, como granitos calcoalcalinos tardi-postorogénicos (Fuster y Vi-

llaseca, 1987). Presentan pegmatitas miarolíticas, o bien rellenando fracturas (pegmoaplititas), con mineralogía muy variada (Sánchez Muñoz, 1989).

La distribución espacial y geológica de los cuerpos pegmatíticos, su zoneografía, su mineralogía, texturas y estructuras se describen en Sánchez Muñoz et al. (1987, y 1989), Gonzalez del Tánago (1985).

Planteamiento y métodos experimentales

Los muestreos se hicieron siguiendo las zoneografías de los cuerpos pegmatíticos. Para ello, previamente, se seleccionaron los cuerpos mas desarrollados de ambos campos pegmatíticos. En el caso de las pegmatitas de los Remedios de clase II (Cerny, 1982), Los Rancajales (Fig. 2) y en las de clase IV (Cerny, 1982), el sector del Jaralón de la Pedriza de Manzanares (Fig. 3) (Sánchez Muñoz et al., 1987).

Los feldespatos alcalinos fueron caracterizados estructuralmente mediante DRX e IR. En DRX (método del polvo), se utilizaron patrones externos de Si metal y KBrO₃, rodándose las muestras a velocidades de 0.5°/min y 0.25°/min, utilizando un equipo SIEMENS D-501, con monocromador de grafito y controlado por computador DACO-MP V2. Para el cálculo de parámetros de celdilla se usó el programa LSUCRE de Appleman & Evans (1973). El cálculo de parámetros de ordenamiento Si-Al, se ha efectuado en base a Kroll (1971, 1973, 1980), Kroll & Ribbe (1987), el grado de solución sólida, Kroll et al. (1986), Δ de Goldsmith & Laves (1954), y Δ 131 de Mac-

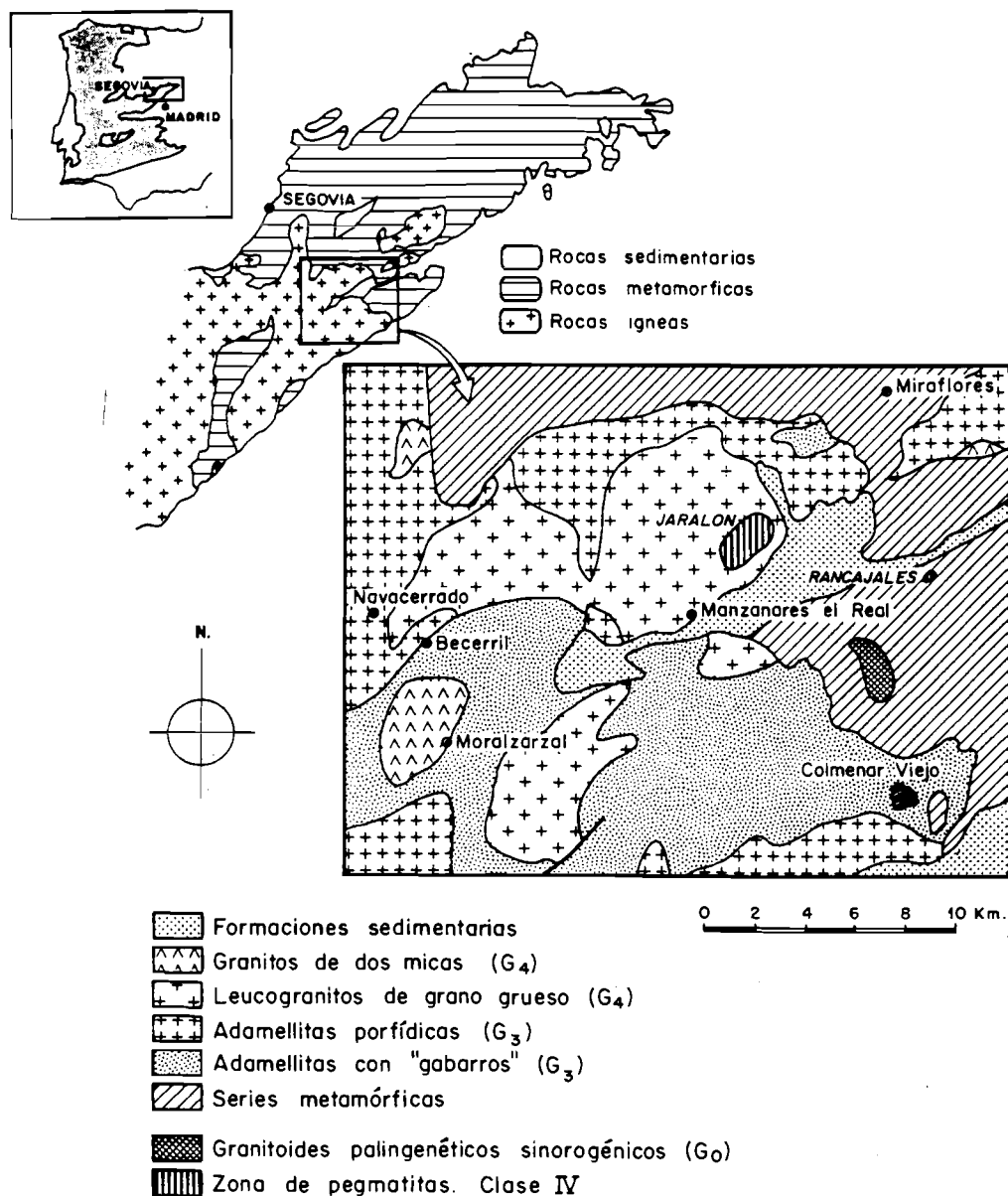


Fig. 1.- Cartografía del área de estudio (Fúster y Villaseca, 1987), mostrando la posición de los cuerpos pegmatíticos muestreados.

Kenzie (1957).

Para confirmar los resultados obtenidos por DRX se utilizó IR, según el método de Martín (1970), en un equipo NICOLET-60 SX, entre 400 y 4000 cm

Ordenamiento Si-Al y soluciones sólidas en feldespatos alcalinos

Con objeto de conocer las características estructurales de los feldespatos, se usó DRX para el cálculo de los paráme-

tros de celdilla (tablas 1 y 2), más tarde, se calcularon los parámetros estructurales del grado de ordenamiento y solución

sólida (tablas 3 y 4). Otros parámetros estudiados se muestran a nivel comparativo, en la tabla 5.

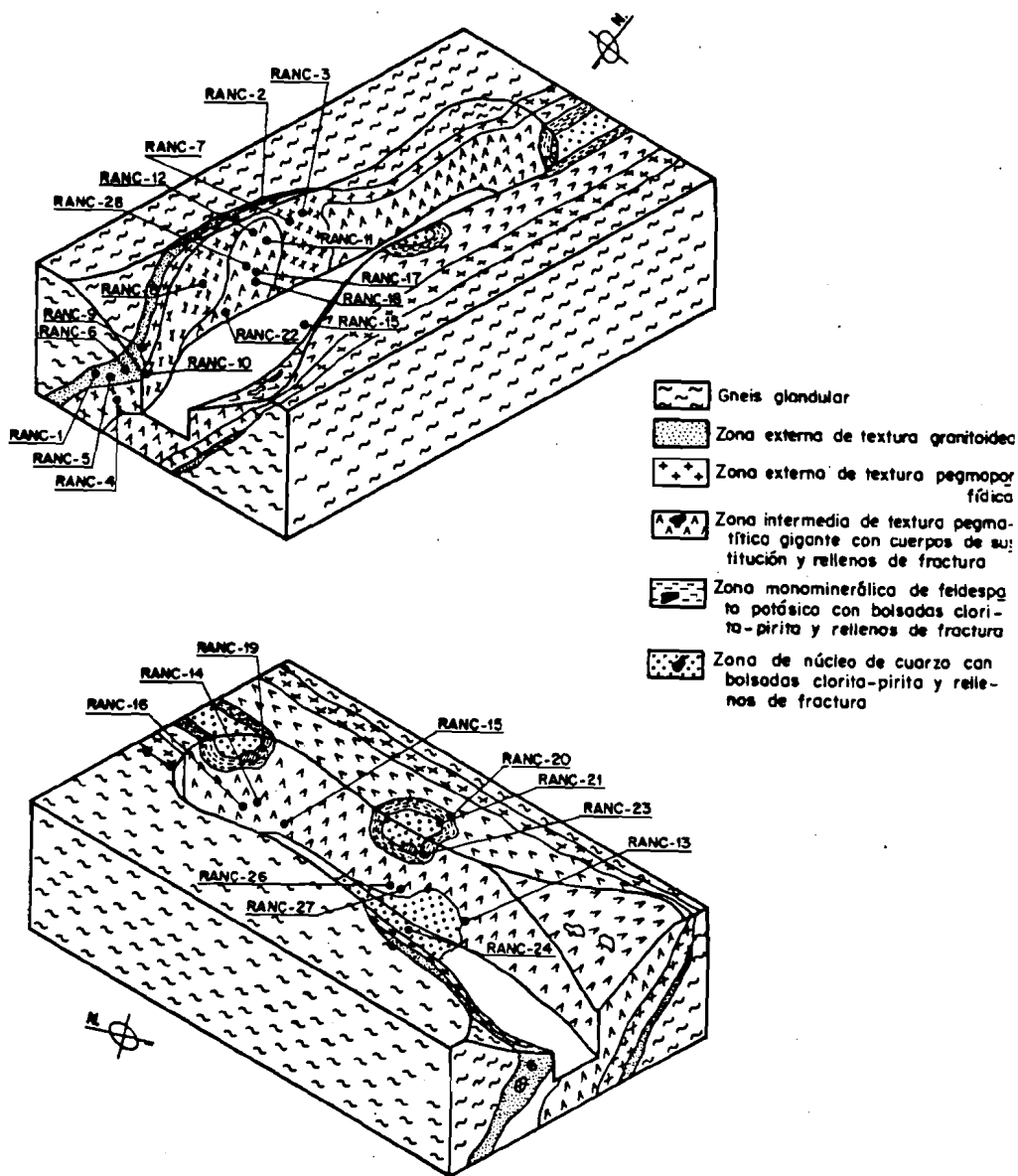
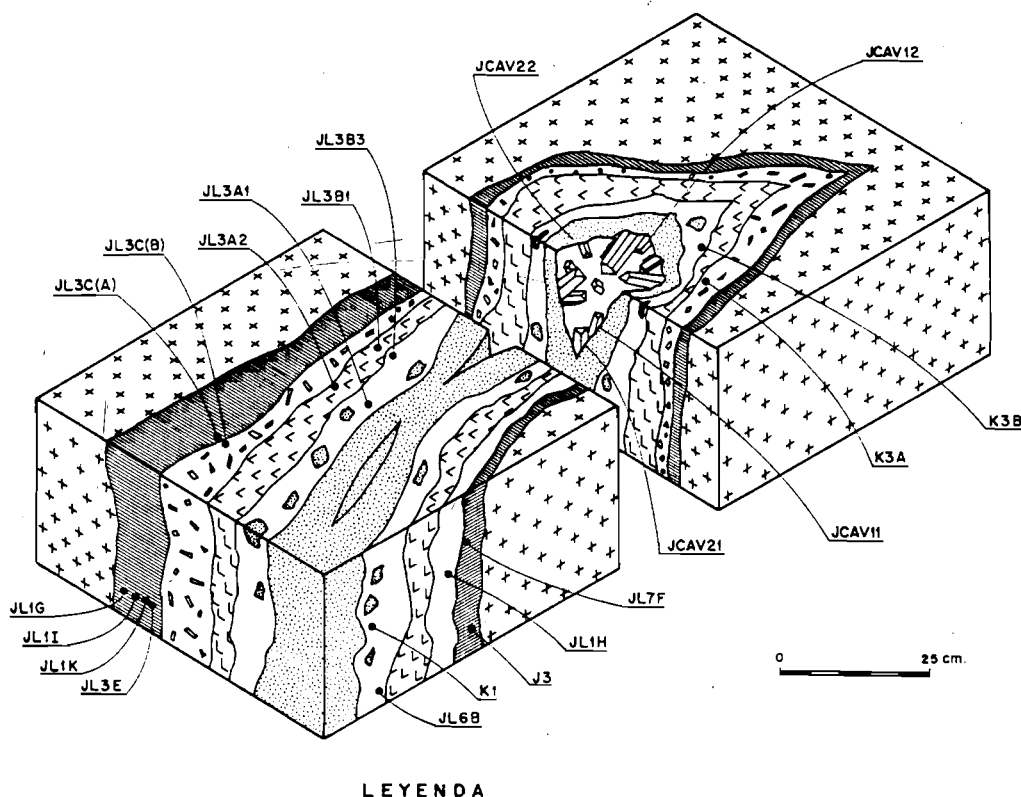


Fig. 2.- Esquema de la pegmatita de Los Ráncajales y del muestreo realizado, (Sánchez Muñoz et al., 1987).



- Leucogranito
- Zona cuarzo-microclina baja. Albita baja-(clorita). Textura gráfica (Zona 1)
- Zona cuarzo-albita baja (Microclina baja, clorita). Textura gráfica (Zona 2a)
- Zona cuarzo-albita baja. Textura gráfica (Zona 2b)
- Zona microclina baja-albita baja a borde (Zona 3a) y albita baja en la parte interna (Zona 3b)
- Núcleo de cuarzo
- Cavidad Drusa con "cristales" ("Zona" 4)

Fig. 3.- Esquema de la pegmatita de El Jaralón, y del muestreo realizado, (Sánchez Muñoz, 1989).

Utilizando los criterios de clasificación de feldespatos alcalinos de Ribbe (1983, 1984), ambos cuerpos difieren en el número de especies, de tal forma que en Los Rancajales aparecen: sanidina, ortosa, microclina intermedia (cerca al término microclina baja) y albita baja, mientras que en El Jaralón tan solo aparecen los terminos más ordenados, esto es, albita baja y microclina baja, tabla 5.

En Los Rancajales, aparecen feldespatos potásicos monoclinicos no ordenados (restos de la historia de alta temperatura del cuerpo, o estadio magmático de los definidos por Parsons y Brown 1984) y feldespatos potásicos triclinicos no totalmente ordenados, con macla en enrejado, y con texturas de pertitas en venas regulares e irregulares, (Figura 4), que implica la transformación polimórfica a 500 °C aproximadamente (transición

monoclínico-triclínico, Brown y Parsons 1989), la formación de pertitas, características del estadio postmagmático o subsólido (Parsons & Brown, 1984).

Los feldespatos potásicos representantes del estadio hidrotermal rellenan fracturas (IM), tienen menor grado de orde-

namiento que los pertenecientes al propio cuerpo, carecen de texturas de exsolución y de macla en enrejado.

Sin embargo, en El Jaralón, todos los feldespatos, tanto los que pertenecen a cuerpos como los que se encuentran en cavidades hidrotermales, tienen grado de

TABLA 1. - PARAMETROS DE CELDILLA DE FELDESPATOS DE LOS RANCAJALES

ZONAS EXTERNA I Y II E INTERMEDIA I

MUESTRA	a	b	c	α	β	Γ	V
RANC-3	8.55(1)	12.94(1)	7.206(6)	90.21(25)	115.85(11)	88.50(23)	717(1)
RANC-4	8.56(2)	12.93(1)	7.188(8)	90.48(18)	115.45(15)	88.01(20)	718(1)
RANC-5	8.56(1)	12.95(1)	7.208(7)	90.50(16)	115.88(13)	87.93(13)	719(1)
RANC-6	8.55(1)	13.03(2)	7.164(9)	90.00(0)	115.80(1)	90.00(0)	719(1)
RANC-7	8.558(7)	13.05(1)	7.209(4)	90.00(0)	115.96(5)	90.00(0)	716(1)
RANC-8	8.56(1)	12.98(1)	7.202(7)	90.63(13)	115.93(10)	87.91(15)	719(1)
RANC-9	8.55(1)	12.95(1)	7.184(11)	90.33(13)	115.83(10)	88.01(15)	715(1)
RANC-10	8.549(9)	12.92(1)	7.187(5)	90.65(8)	115.85(6)	87.81(8)	714.2(7)
RANC-11	8.58(1)	13.01(1)	7.206(8)	90.46(20)	115.90(11)	88.40(16)	723(1)
RANC-11b	8.56(1)	12.96(1)	7.206(8)	90.48(13)	116.01(10)	87.93(15)	718(1)
RANC-12	8.57(1)	12.97(1)	7.183(6)	90.00(0)	115.98(10)	90.00(0)	717(1)

ZONA INTERMEDIA II

MUESTRA	a	b	c	α	β	Γ	V
RANC-12b	8.147(5)	12.816(8)	7.153(3)	94.10(6)	116.60(3)	87.83(6)	666.2(4)
RANC-13	8.154(9)	12.77(1)	7.162(6)	94.13(13)	116.61(6)	87.85(10)	665.5(9)
RANC-14	8.160(8)	12.81(1)	7.159(5)	94.08(11)	116.60(5)	87.85(11)	667.4(7)
RANC-15	8.129(4)	12.769(4)	7.146(3)	94.25(3)	116.55(1)	87.86(5)	661.6(3)
RANC-16	8.140(1)	12.80(1)	7.162(8)	94.18(13)	116.61(8)	87.80(15)	666(1)
RANC-17	8.135(6)	12.779(7)	7.153(4)	94.30(8)	116.51(5)	87.78(8)	664.6(6)
RANC-18	8.143(3)	12.808(6)	7.164(3)	94.13(5)	116.60(3)	87.90(5)	666.3(3)
RANC-19	8.138(7)	12.807(6)	7.157(3)	94.15(6)	116.51(3)	87.65(6)	665.6(5)
RANC-20	8.140(7)	12.82(1)	7.168(5)	94.20(10)	116.65(5)	87.83(10)	666.9(6)
RANC-21	8.128(7)	12.771(8)	7.128(5)	94.28(8)	116.41(5)	87.91(10)	660.9(6)
RANC-22	8.122(5)	12.758(8)	7.124(4)	94.30(8)	116.48(5)	87.86(8)	659.1(5)

NUCLEO Y FRACTURAS DEL NUCLEO (CS-RF)

MUESTRA	a	b	c	α	β	Γ	V
RANC-24	8.591(8)	12.96(1)	7.225(5)	90.70(18)	116.25(6)	88.18(18)	721.3(8)
RANC-24b	8.131(4)	12.791(4)	7.140(2)	94.21(3)	116.48(1)	87.86(5)	662.8(3)
RANC-25	8.15(1)	12.78(1)	7.14(1)	94.05(21)	116.55(15)	87.96(16)	664(1)
RANC-25b	8.146(5)	12.803(5)	7.149(3)	94.15(5)	116.55(3)	87.93(5)	665.2(4)
RANC-26	8.121(6)	12.755(7)	7.129(4)	94.20(6)	116.50(5)	87.81(5)	659.0(5)
RANC-27	8.591(7)	12.97(1)	7.211(4)	90.10(11)	115.96(6)	88.73(13)	722.7(8)

ordenamiento extremo, textura de pertitas parche, características de alteración hidrotermal según Parsons (1978), Brown & Parsons (1989). Estas características, junto al alto grado de pureza de estos feldespatos son típicas del estadio hidrotermal o deutérico de cristalización

(Parsons & Brown, 1984).

La ausencia de macla en enrejado en los feldespatos de las cavidades hidrotermales, junto con el alto grado de ordenamiento, implica la cristalización directa con estructura triclinica, en un medio acuoso (Blasi et al., 1984), a temperatu-

TABLA 2. -PARAMETROS DE CELDILLA DE FELDESPATOS DE EL JARALON

Z1: Zona cuarzo - microclina baja - albita baja

MUESTRA	a	b	c	α	β	Γ	V
J3(LM)	8. 59(4)	12. 98(2)	7. 20(1)	90. 76(16)	115. 71(23)	87. 50(20)	723(3)
JL1G(LA)	8. 14(2)	12. 75(1)	7. 134(7)	94. 05(18)	116. 61(10)	88. 10(18)	660(1)
JL1K(LM)	8. 61(1)	12. 97(1)	7. 201(5)	90. 70(16)	115. 66(10)	87. 71(11)	726(1)
JL1K(LA)	8. 14(2)	12. 77(2)	7. 13(4)	94. 68(26)	116. 31(38)	87. 68(38)	663(1)
JL7F(LA)	8. 18(2)	12. 78(1)	7. 148(8)	93. 96(28)	116. 71(13)	88. 10(33)	666(1)
JL1H(LA)	8. 19(2)	12. 80(1)	7. 157(7)	94. 13(15)	116. 65(10)	88. 03(18)	669(1)
JL3E(LA)	8. 14(1)	12. 76(1)	7. 151(8)	94. 16(21)	116. 73(13)	87. 78(23)	662(1)
JL3CA(LM)	8. 60(1)	12. 969(8)	7. 220(4)	90. 65(8)	115. 85(6)	87. 73(6)	724. 6(9)
JL3CA(LA)	8. 13(1)	12. 79(1)	7. 15(3)	94. 31(26)	116. 58(28)	87. 55(18)	664(2)

Z2a: Zona cuarzo - albita baja (microc. baja): JL3C(B)

Z2b: Zona cuarzo - albita baja: JL3A2 y JL3B1

Z3a: Zona microclina baja - albita baja: JL3B3 y JL6B

MUESTRA	a	b	c	α	β	Γ	V
JL3CB(LA)	8. 14(1)	12. 74(1)	7. 148(7)	94. 11(10)	116. 61(8)	87. 88(10)	661(1)
JL3A2(LA)	8. 131(8)	12. 786(9)	7. 160(9)	94. 23(8)	116. 58(6)	87. 63(8)	663. 9(2)
JL3B1(LA)	8. 15(1)	12. 79(1)	7. 162(9)	94. 26(11)	116. 55(10)	87. 63(11)	666(1)
JL3B3(LM)	8. 62(2)	12. 94(1)	7. 197(7)	90. 75(58)	115. 91(16)	87. 78(65)	721(2)
JL3B3(LA)	8. 132(6)	12. 763(9)	7. 147(7)	94. 21(8)	116. 58(5)	87. 80(6)	661. 5(6)
JL6B(LM)	8. 604(7)	12. 94(1)	7. 211(4)	90. 63(11)	116. 23(6)	87. 70(8)	719. 7(7)

Z3b: Zona albita baja: JL3A1 y K1

Z4a: Relleno de cavidades (drusas): JCAV11, JCAV12 y JCAV21

Z4b: Nucleos micro. baja - alb. baja - cuarzo - msc.: K8, K9 y K13

MUESTRA	a	b	c	α	β	Γ	V
JL3A1(LA)	8. 137(6)	12. 773(6)	7. 149(7)	94. 18(6)	116. 56(5)	87. 76(6)	662. 8(5)
K1(LA)	8. 143(5)	12. 776(6)	7. 151(3)	94. 18(5)	116. 56(3)	87. 80(5)	663. 6(4)
JCAV11(LM)	8. 55(1)	12. 97(1)	7. 214(8)	90. 66(15)	115. 81(8)	87. 61(11)	720(1)
JCAV12(LM)	8. 58(1)	12. 99(1)	7. 233(6)	90. 56(10)	115. 90(8)	87. 70(10)	725. 2(9)
JCAV21(LM)	8. 55(1)	12. 96(1)	7. 200(7)	90. 55(11)	115. 90(8)	87. 75(10)	717. 9(9)
K8(LM)	8. 574(5)	12. 92(8)	7. 201(4)	90. 58(6)	116. 18(5)	87. 80(6)	715. 3(6)
K9(LM)	8. 57(1)	12. 95(2)	7. 212(9)	90. 88(20)	115. 98(13)	87. 43(5)	719(1)
K13(LM)	8. 589(7)	12. 961(9)	7. 215(5)	90. 48(20)	116. 05(10)	87. 75(10)	721. 0(8)

TABLA 3. -PARAMETROS DE FELDSPATOS TRICLINICOS DE LOS RANCAJALES
METODO DE KROLL. (1971, 1973, 1980)
METODO DE KROLL eq. al. (1986)*

ZONAS EXTERNA-I Y II E INTERMEDIA I						
MUESTRA	Et1	At1	t1o	t1m	t12	nOr*
RANC-3	0.977	0.635	0.806	0.171	0.023	0.848
RANC-4	1.039	0.644	0.941	0.097	-0.038	0.874
RANC-5	1.006	0.880	0.943	0.063	-0.006	0.901
RANC-8	0.912	0.889	0.900	0.011	0.069	0.901
RANC-9	0.920	0.839	0.880	0.040	-0.000	0.798
RANC-10	1.004	0.922	0.963	0.041	-0.004	0.779
RANC-11	0.851	0.886	0.769	0.082	0.149	1.016
RANC-11b	0.949	0.878	0.913	0.035	0.052	0.874

ZONA INTERMEDIA II						
MUESTRA	Et1	At1	t1o	t1m	t12	nOr*
RANC-12b	0.925	0.936	0.930	-0.005	0.075	0.044
RANC-13	1.039	0.930	0.984	0.054	-0.036	0.034
RANC-14	0.947	0.925	0.936	0.011	0.053	0.060
RANC-15	0.992	0.937	0.964	0.028	0.006	-0.023
RANC-16	0.988	0.947	0.967	0.020	0.013	0.041
RANC-17	1.031	0.956	0.995	0.036	-0.031	0.021
RANC-18	0.955	0.908	0.932	0.023	0.045	0.045
RANC-19	0.971	1.006	0.986	-0.017	0.029	0.035
RANC-20	0.944	0.933	0.938	0.005	0.057	0.053
RANC-21	0.965	0.920	0.943	0.023	0.034	-0.033
RANC-22	0.979	0.944	0.961	0.017	0.022	-0.061

NUCLEO Y FRACTURAS DEL NUCLEO (CS-RF)						
MUESTRA	Et1	At1	t1o	t1m	t12	nOr*
RANC-24	0.955	0.778	0.867	0.088	0.045	0.965
RANC-24b	0.948	0.933	0.941	0.007	0.052	-0.005
RANC-25	0.967	0.892	0.930	0.037	0.033	0.013
RANC-25b	0.935	0.900	0.917	0.017	0.066	0.030
RANC-26	0.992	0.963	0.978	0.014	0.006	-0.063
RANC-27	0.930	0.545	0.738	0.193	0.069	1.007

TABLA 4. - PARAMETROS DE FELDSPATOS DE EL JARALON
METODO DE KROLL. (1971, 1973, 1980)
METODO DE KROLL eq. al. (1986)*

Z1: Zona cuarzo - microclina baja - albita baja						
MUESTRA	Et1	At1	t1o	t1m	t12	nOr*
J3(LH)	0.974	1.071	1.022	-0.049	0.027	1.01(10)
JL1G(LA)	1.005	0.852	0.928	0.076	-0.004	-0.04(2)
JL1K(LA)	1.030	0.990	1.010	0.020	-0.030	1.11(4)
JL1K(LA)	1.023	1.002	1.012	0.010	-0.022	0.00(2)
JL7F(LA)	0.946	0.832	0.889	0.057	0.054	0.04(2)
JL1H(LA)	0.949	0.851	0.900	0.049	0.051	0.06(2)
JL3E(LA)	1.020	0.967	0.994	0.026	-0.020	-0.02(2)
JL3CA(LH)	1.020	0.977	0.999	0.021	-0.020	1.06(3)
JL3CA(LA)	1.012	1.050	1.031	-0.019	-0.012	0.01(2)

Z2a: Zona cuarzo - albita baja (microcl. baja): JL3C(B)

Z2b: Zona cuarzo - albita baja: JL3A2 y JL3B1

Z3a: Zona microclina baja - albita baja: JL3B3 y JL6B

MUESTRA	Et1	At1	t1o	t1m	t12	nOr*
JL3CB(LA)	1.048	0.932	0.990	0.058	-0.048	-0.03(2)
JL3A2(LA)	1.011	1.019	1.015	-0.004	-0.011	0.01(1)
JL3B1(LA)	1.015	1.015	1.015	0.000	-0.015	0.04(2)
JL3B3(LH)	0.970	0.951	0.981	0.009	0.030	0.96(6)
JL3B3(LA)	1.009	0.959	0.984	0.025	-0.009	-0.02(1)
JL6B(LA)	0.979	0.983	0.981	-0.002	0.021	0.92(2)

Z3b: Zona albita baja: JL3A1 y K1

Z4a: Relleno de cavidades (drusas): JCAV11, JCAV12 y JCAV21

Z4b: Nucleos micro. baja - alb. baja - cuarzo - mosc.: K9, K9 y K13

MUESTRA	Et1	At1	t1o	t1m	t12	nOr*
JL3A1(LA)	1.003	0.971	0.987	0.018	-0.003	0.00(1)
K1(LA)	0.998	0.956	0.977	0.213	-0.190	0.01(1)
JCAV11(LH)	1.005	1.018	1.011	-0.006	-0.005	0.93(2)
JCAV12(LH)	1.010	0.989	0.999	0.010	-0.009	1.08(3)
JCAV21(LH)	0.975	0.953	0.964	0.011	0.025	0.87(3)
K9(LH)	0.992	0.928	0.955	0.027	0.018	0.80(2)
K9(LH)	1.014	1.094	1.054	-0.060	-0.014	0.90(2)
K13(LH)	0.975	0.961	0.968	0.007	0.025	0.96(3)

TABLA 5. - MINERALOGIA DE FELDSPATOS ALCALINOS

Caracter		LOS RANCAJALES		EL JARALON	
Especies		OR, IM, LA y (LH)		LA y LH	
Texturas de exsolución		Pertitas en venas regulares e irregulares		Pertitas en parche Mesopertitas	
Estruct.	A	A _{roca} = 0.84, σ_n = 0.05 A _{cs-rf} = 0.70, σ_n = 0.04		A _{roca} = 0.85, σ_n = 0.12 A _{cav} = 0.88, σ_n = 0.04	
	A131	A131 _{roca} = 1.147, σ_n = 0.037 A131 _{cs-rf} = 1.139, σ_n = 0.034		A131 _{roca} = 1.110, σ_n = 0.014	
Comp.	nOr	nOr _{roca} = 0.89, σ_n = 0.08 nOr _{cs-rf} = 0.98, σ_n = 0.02		nOr _{roca} = 0.96, σ_n = 0.09 nOr _{cav} = 0.96, σ_n = 0.08	
	FNa	nOr _{roca} = 0.02, σ_n = 0.04 nOr _{cs-rf} = 0.00, σ_n = 0.03		nOr _{roca} = 0.00, σ_n = 0.03	
Orden	t1o	t1o _{roca} = 0.89, σ_n = 0.06 t1o _{cs-rf} = 0.80, σ_n = 0.06		t1o _{roca} = 0.99, σ_n = 0.03 t1o _{cav} = 0.99, σ_n = 0.02	
	FNa	t1o _{roca} = 0.96, σ_n = 0.02 t1o _{cs-rf} = 0.94, σ_n = 0.02		t1o _{roca} = 0.97, σ_n = 0.04	

*sin tener en cuenta los feldespatos monoclinicos



Figura 4.- Feldespato potásico con perfitas en venas irregulares de la zona externa II, de Los Rancajales. NC x 10.

ras inferiores a 500°C, estando en consonancia con los datos de inclusiones fluidas para otras pegmatitas miarolíticas, (London, 1986b).

En el diagrama Σt_1 - nOr, Figs. 5a y 5b, se aprecian las dos poblaciones de feldespatos pertenecientes a ambos tipos de pegmatitas, presentándose como poblaciones separadas, con cierto solape, y que corresponden a los diferentes estadios de cristalización.

El alto grado de ordenamiento ha sido confirmado por IR, utilizando el diagrama de Hafner & Laves (1957) (Fig 6), en el que también se proyectan con objeto comparativo otros feldespatos recogidos de la bibliografía (Lehtinen, 1974; Cerny & Chapman, 1984, 1986).

Texturas gráficas

Las texturas gráficas en Los Rancajales son del tipo apográfico en la matriz de la zona externa II, y gráfico en los fenocristales de la misma zona (tabla 6). En ambos casos parecen proceder de la cristalización simultánea de ambos minerales.

Las texturas gráficas de El Jaralón, se desarrollan en las zonas 1 y 2 (tabla 7), tienen orientación óptica uniforme y

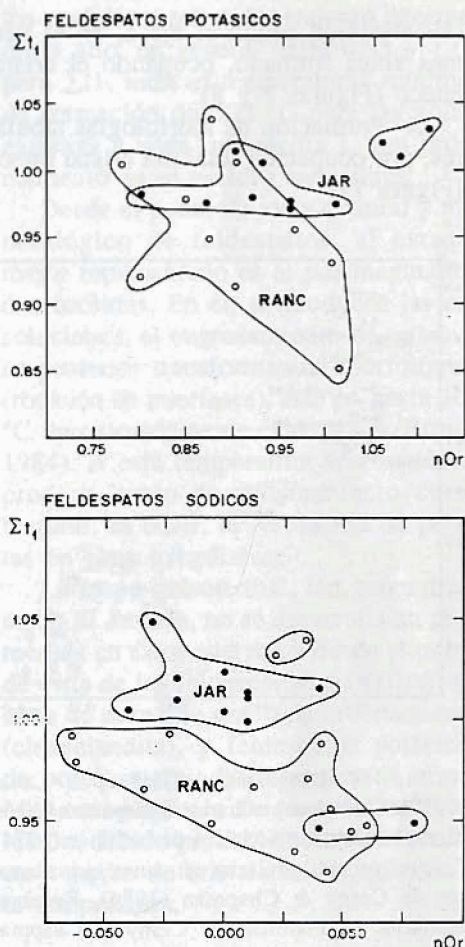


Fig. 5.- Diagrama binario Σt_1 (tr[110]-tr[1-10] - nOr). Símbolos: circunferencias - Los Rancajales, círculos - El Jaralón.

a.-Feldespatos potásicos b.-Feldespatos sódicos

cortan los contactos intercristalinos. En función de las morfologías observadas, se pueden establecer tres estadios de crecimiento cristalino.

a.- Nucleación y crecimiento de formas esqueléticas, con máximo desarrollo según el eje c, esto es, es la dirección principal de crecimiento cristalino, dando lugar a morfologías vermiformes y cristales huecos, (Figura 7).

b.- Desarrollo de formas dendríticas,

cristalización según el eje a, en el vermes antes formado, ocupando el cristal hueco (Figuras 7 y 8).

c.- Formación de morfologías tabulares, por ocupación total del cristal hueco (Figura 7).

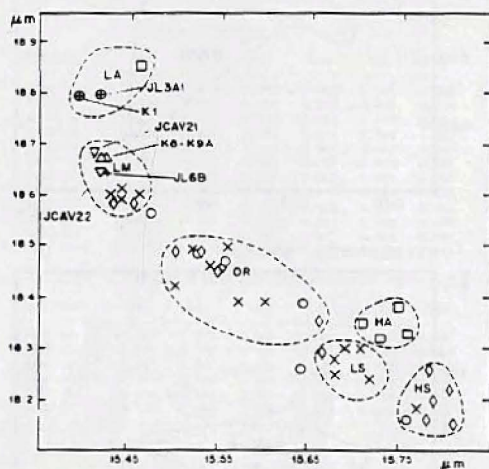


Fig. 6.- Diagrama de Hafner & Laves (1957). Símbolos: cuadrados-feldespatos sódicos; aspas-feldespatos potásicos de Lehtinen (1974). Circunferencias-adularias en venas hidrotermales de Cerny & Chapman (1984). Rombos-adularias pegmatíticas de Cerny & Chapman (1986). Los contornos de las especies están basados en Cerny & Chapman (1986).



Figura 7.- Feldespato sódico con textura gráfica de cuarzo esquelético, de la zona 2 de El Jiralón, mostrando la evolución morfológica. NC x 10.

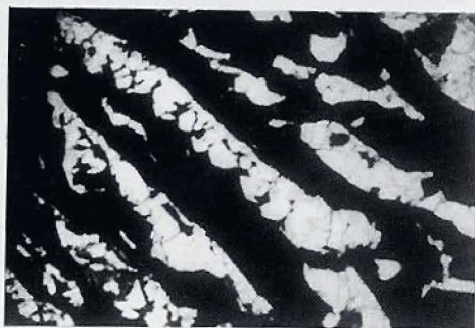


Figura 8.- Feldespato potásico con textura gráfica de cuarzo dendrítico, con gran desarrollo del eje c, y menor del eje a. El Jiralón. NC x 10.

TAULA 6.- MINERALOGÍA Y TEXTURAS DE LOS RAMCAJALES

UNIDAD O ZONA	TEXTURA	MINERALOGÍA
Zona externa I	Granada	Q + Bt (ms) + Plag + Fk + Turm
Zona externa II	Pegmatítica	"Fenocríst": Q + Fk
	Gráfica-Apográfica	"Matriz": Q + Fk + Ms
Zona intermedia I	Pegm. Gigante	FK + FNa + Berilo + Topacio + Q
Zona intermedia II	Pegm. Gigante	FNa + Berilo + Topacio + Q
Núcleo	Pegm. Gigante	Q
Reli. Fractura		Ms + FK + FNa + Bt
Cuerpos de sust.		Cita + Gte + Py ...

TAULA 7.- MINERALOGÍA Y TEXTURAS DE EL JIRALÓN

UNIDAD O ZONA	TEXTURA	MINERALOGÍA
Zona 1	Granada	Q + Bt (cita) + FNa + FK
Zona 2	Metas. Gráficoide	Q + FNa (FK + Bt-Cita)
	Metas. Gráficoide	Q + FNa
Zona 3	Pegm. Gigante	FK + FNa
Núcleo	Pegm. Gigante	FNa
Zona 4	Cristales	Q
(cavidades drusas o pockets)		Q + FK + FNa
		Ep + Cita + Calc + G
		Estilbita + Hematites
		Fluorita + Opale

Este tipo de texturas se ha observado tanto en feldespatos potásicos como en feldespatos sódicos, o en el contacto entre ambos, así como a diferentes escalas en el tamaño de los cristales (Figura 9).

Estas morfologías encontradas en los cristales de cuarzo han sido reproducidas experimentalmente por cristalización simultánea de ambos minerales a partir de un fundido (Swanson & Fenn, 1986), directamente relacionadas con la temperatura de subenfriamiento.



Figura 9.- Dos generaciones de textura gráfica con distinto tamaño, la mayor sobreimpuesta a la menor. El Jaralón. NC x 10.

Usando tan solo criterios texturales, las texturas estudiadas pertenecen a otro grupo de teorías que explican las texturas gráficas por sustituciones metasomáticas (Yang Taiming et al., 1986), aunque las morfologías observadas son muy similares a las producidas experimentalmente.

La zona 3 carece de cuarzo en textura gráfica, pero sí se encuentra en forma de grandes cristales, cercanos a su núcleo.

Génesis de los feldespatos pegmatíticos de Los Rancajales

El cuerpo de Los Rancajales presenta diferenciación y zonación mineralógica. Este cuerpo procede de un fundido de composición granítica, diferenciándose en fundidos ricos en volátiles y elementos raros. El fundido original (granitoides de Los Remedios) se generó por ultrametamorfismo, probablemente de ortogneises (Gonzalez del Tánago y Bellido, 1981; Sanchez Muñoz, 1989).

La presencia de feldespatos monoclínicos indica una temperatura de cristalización para las zonas externas del orden de los 610 °C (Gonzalez del Tánago y Bellido, 1981). El resto de los feldespa-

tos potásicos, con ordenamiento intermedio a alto, en general entre 0.85 y 1.00 para Σt_1 , indican temperaturas mínimas de formación de 500 °C para las zonas externas y zona intermedia I, con ordenamiento en el estadio subsólidos.

Desde el punto de vista textural y mineralógico de feldespatos, el estadio mejor representado es el postmagmático o subsólidos. En él, se producen las exsoluciones, el engrosamiento de estas, y su posterior transformación morfológica (rotación de interfases), esto es, hasta 400 °C aproximadamente (Parsons & Brown 1984). A esta temperatura se congela el proceso, tanto de ordenamiento como textural, es decir, la formación de pertitas en vena irregulares.

La etapa hidrotermal, tan generalizada en El Jaralón, no se desarrolla en gran medida en estos cuerpos y desde el punto de vista de los feldespatos, cristalizan albitas de muy alto grado de ordenamiento (cleavelandita), y feldespatos potásicos de orden intermedio, carentes de macla M o en enrejado y de texturas de exsolución, debido probablemente a la cinética y medio de cristalización, más que a la temperatura.

Génesis de los feldespatos pegmatíticos de La Pedriza

En las pegmatitas de La Pedriza se distinguen dos etapas claras en su formación, una etapa ígnea y una hidrotermal, cuyo tránsito viene marcado por la formación de las cavidades hidrotermales.

Inicialmente se parte de un fundido de composición granítica rico en volátiles (H_2O , F, CO_2), puesto de manifiesto por la mineralogía hidrotermal (clorita, estilbita, calcita, fluorita, etc).

Los trabajos en sistemas experimentales enriquecidos en F y CO_2 , demuestran que el mínimo granítico disminuye de temperatura a medida que aumenta la concentración de estos (630°C para 4%

F), junto con un desplazamiento del contenido mineralógico del eutéctico en el sistema Q-Ab-Or hacia el vértice Ab, esto es, una mayor proporción en albíta (Manning, 1981), este último fenómeno ha sido observado intrazonalmente en El Jaralón.

En la fase magmática de cristalización se formarán las zonas cuarzo-feldespáticas, y por lo tanto los feldespatos inicialmente formados a tales temperaturas deberían tener estructura monoclinica.

La transición magmático-hidrotermal lleva consigo la desaparición del fundido residual y la exsolución de una fase fluida rica en H₂O, probablemente bifásica, que producirá, por un lado, la transformación de la roca ya cristalizada (fase vapor), y por otro la precipitación de la mineralogía de las cavidades hidrotermales (fase líquida), en relación al modelo de Jahns & Burnham (1969). La ausencia de boro (turmalina) en estas rocas, invalida la utilización del modelo de London (1986a,b) en este caso específico.

La temperatura inicial del proceso de formación de drusas debe ser inferior a los 500 °C, dada la ausencia de macla en enrejado de los feldespatos potásicos de las cavidades y el alto grado de ordenamiento ($t_0 \approx 1.00$) (Blasi et al., 1984).

La pureza de los feldespatos, con bajos contenidos de solución sólida, tanto en el cuerpo como en los hidrotermales, la transformación a pertitas parche, la alteración de biotitas a cloritas y la disolución posterior de éstas, se atribuye a la fase vapor hidrotermal exsuelta del fluido acuoso, que homogeneiza los caracteres químicos y estructurales de los feldespatos alcalinos. Este papel de fluidos ya ha sido asignado en otras rocas (Parson 1978).

Resumiendo, en el estadio magmático cristalizó un feldespato potásico monoclinico homogéneo y otro sódico tri-

clínico, a temperaturas entre 550 y 650 °C; más tarde en la etapa postmagmática se produce la exsolución de feldespatos y un ordenamiento subsólidos de la red. Con el inicio del estadio hidrotermal se transforma la mineralogía pegmatítica y cristalizan los minerales de las cavidades hidrotermales.

Conclusiones

1.- El cuerpo pegmatítico de Los Rancajales, presenta procesos de diferenciación y fraccionamiento, evidenciados a través del amplio rango de variación del ordenamiento Si-Al y del grado de solución sólida directamente relacionados con el descenso de la temperatura y la cinética de cristalización, y su historia postmagmática.

2.- El grado de ordenamiento (muy alto) y el de solución sólida (muy bajo) en El Jaralón son homogéneos, por lo que no reflejan procesos de diferenciación, debido a la acción de los fluidos hidrotermales ricos en F y CO₂ que incrementan y homogeneizan los rasgos químico-estructurales de los feldespatos primarios, dando lugar a microclinas bajas ($t_0 \approx 1.00$) y pertitas parche, y albíta baja. Además, la fase vapor hidrotermal lixivia el Ca y el Fe de la roca que pasa a la fase fluida acuosa hidrotermal que precipita dando lugar a las cavidades hidrotermales.

3.- De acuerdo con los caracteres de los feldespatos en las dos áreas estudiadas, respecto a los tres estadios de formación (magmático, postmagmático e hidrotermal) se puede decir que:

En Los Rancajales, se observan relictos del estadio magmático transformados por el estadio postmagmático ó subsólidos (ampliamente reflejado), mientras que el estadio hidrotermal ó deutérico aparece pobremente representado.

En el El Jaralón, el estadio hidroter-

mal transforma los minerales, prácticamente en su totalidad, dejando tan solo restos del estadio postmagmático ó sub-sólidos.

4.- Los afloramientos estudiados muestran que los feldespatos alcalinos son minerales que reflejan la historia térmica de cuerpos pegmatíticos individuales, pudiendo cuantificar los procesos de cristalización actuantes a través de sus rasgos químico-estructurales, calculables mediante parámetros de celdilla y matemáticos y a través de estudios texturales (exsoluciones, intercrecimientos, reemplazamientos y alteraciones), así como permiten diferenciar cuerpos pegmatíticos pertenecientes a diferentes ambientes geodinámicos.

Referencias

- Appleman, D.E. & Evans, J. (1983): H.T. Job 9214 U.S. Geol. Surv. Computer Contrib. 20. 67 pp.(NTIS, Doc PB 2-16188).
- Blasi, A., Brajkovic, A., De Pol Blasi, C., Foord, E.E., Martin, R.F. y Zanazzi, P.F. (1984): Structure refinement and genetic aspect of a microcline overgrowth on amazonite from Pikes Peak batholith, Colorado, U.S.A.. *Bull. Mineral.* 107, 411-422.
- Brown, W.L. & Parsons, I. (1989): Alkali feldspars: ordering rates, phase transformations and behaviour diagrams for igneous rocks. *Mineral. Mag.* 53, 25-42.
- Cerny, P. (1982): Anatomy and Classification of granitic pegmatites. In *Granitic Pegmatites in Science and Industry*. P. Cerny ed.. *Mineral. Assoc. Can., Short-Course Handbook* 8, 1-39.
- Cerny, P. & Chapman, R. (1984): Paragenesis, chemistry and structural state of adularia from granitic pegmatites. *Bull. Mineral.* 107, 369-384.
- Cerny, P. & Chapman, R. (1986): Adularia from hydrothermal vein deposits: extremes in structural state. *Can. Mineral.* 24, 717-728.
- Cerny, P. & Burt, D.M. (1984): Paragenesis, crystallochemical characteristics, and Geochemical evolution of Micas in Granite Pegmatites. In *Micas. Mineral. Soc. Amer., Rev. Mineral.* 13, 257-298.
- Cerny, P.; Smith, J.V.; Mason, R.A. Delaney, J.S: (1984). Geochemistry and petrology of feldspar crystallization in Vezna pegmatite, Czecholovakia. *Can. Mineral.* 22, 631-651.
- Cerny, P., Meintzer, R.E., Anderson, A.J. (1985): Extreme fractionation in rare-element granitic pegmatites: selected examples of data and mechanisms. *Can. Mineral.* 23, 381-421.
- Fitz Gerald, J.D. & McLaren, A.C. (1982): The microstructure of microcline from some granitic rocks and pegmatites. *Contrib. Mineral. Petrol.* 80, 219-229.
- Fuster, J.M. & Villaseca, C. (1987): El complejo plutónico hercínico tardi-hercínico del Sistema Central Español. Geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hespérico. Bea et al. Ed., *Ed. Rueda, Madrid* 27-35.
- Gerasimovskiy, V.V. & Zalashkova, N.Y. (1976): Geochemical features of potash feldspar from rare metal granites. *Geo.Intern.*, 138-142.
- Goldsmith, J.R. & Laves F. (1954): Potassium feldspars structurally intermediate between microcline and sanidine. *Geochem. Cosmochim. Acta* 6, 100-118.
- Gonzalez del Tanago, J. (1985): Las pegmatitas graníticas de San Pedro (Sistema Central Español). *Bol. Soc. Esp. Mineralogía* 8, 207-217.
- Gonzalez del Tanago, J. & Bellido, F. (1981): Estudio de los granitoides de dos micas de Los Remedios y las pegmatitas asociadas del Macizo de San Pedro (Madrid). *Cuad. Geol. Ibérica* 7, 295-308.
- Hafner, S. & Laves, F. (1957): Ordnung/Unordnung und Ultrarotabsorption II.- Variation de Lage und Intensität einiger Absorptionen von Feldespaten. Zur struktur von Orthoclas un Adular. *Z. Kris.* 109, 204-225.
- Jahns, R.H. & Burnham, C.W. (1969): Experimental study of pegmatite genesis. I.A. model for the derivation and crystalization of granitic pegmatites. *Econ. Geol.* 64, 843-864.
- Kroll, H. (1971): Determination of Al, Si distribution in alkali feldspars from X-ray powder data. *Neues Jahrb. Mineral. Monatsh.* 2, 91-94.
- Kroll, H. (1973): Estimation of the Al,Si distribution.

- bution of feldspars from the lattice translation $tr[110]$ and $tr[1-10]$. I Alkali feldspars. *Contrib. Mineral. Petrol.* 39, 141-156.
- Kroll, H. (1980): Estimation of the Al/Si distribution of alkali feldspars from lattice translations $tr[110]$ and $tr[1-10]$. Revised diagrams. *N. Jb. Miner. Mh.* 1, 31-36.
- Kroll, H. & Ribbe, P.H. (1987): Determining (Al, Si) distribution and strain in alkali feldspars using lattice parameters and diffraction-peak positions: A review. *Am. Mineral.* 72, 491-506.
- Kroll, H., Schmiemann, I., Von Colln, G. (1986): Feldspar solid solutions. *Am. Mineral.* 71, 1-16.
- Lehtinen, M. (1974): Degree of Al/Si order in potassium feldspars. A combination of X-ray and infrared data. *Contr. Mineral. Petrol.* 47, 223-230.
- London, D. (1986a): Magmatic-hydrothermal transition in the Tanco rare-element pegmatite: Evidence from fluid inclusions and phase-equilibrium experiments. *Am. Mineral.* 71, 376-395.
- London, D. (1986b): Formation of tourmaline-rich gem pockets in miarolitic pegmatites. *Am. Mineral.* 71, 396-405.
- Mackenzie, W.S. (1957): The crystalline modification of $NaAlSi_3O_8$. *Am. J. Sci.* 255, 481-516.
- Manning, D.A.C. (1981): The effect of fluorine on liquidus phase relationships in the system Qz-Ab-Or with excess water at 1Kb. *Contrib. Mineral. Petrol.* 76, 206-215.
- Martin, R.F. (1970): Cell parameters and infrared absorption of synthetic high to low albites. *Contrib. Mineral. Petrol.* 26, 62-74.
- Marensi de Moura, O.J. & Garcia Guinea, J. (1984): Pegmatitas españolas con berilo y otras similares de Minas Geraes (Brasil) *Bol. Soc. Esp. Ceram. y Vidr.* 24, 87-94
- Möller, P. & Morteani, G. (1987): Geochemical exploration guide for tantalum pegmatites. *Econ. Geol.* 82, 1888-1897.
- Parsons, J. (1978): Feldspars and fluids in cooling plutons. *Mineral. Mag.* 42, 1-18.
- Parsons, I. & Brown, W.L. (1984): Feldspars and the thermal history of igneous rocks. In *Feldspars and Feldspathoids*. (William L. Brown Ed.). *NATO ASI Sc* 137, 317-372.
- Ribbe, P. (1983): Chemistry, structure and nomenclature of Feldspars. In *Feldspars Mineralogy*, 2nd edition (P.H. Ribbe, Ed.). *Mineral. Soc. Amer. Rev.* 2, 1-19.
- Ribbe, P. (1984): Average structures of alkali and plagioclase feldspars: systematics and applications. In *Feldspars and Feldspathoids*. (Ed. William L. Brown). *NATO ASI Sc* 137, 1-49.
- Sanchez Muñoz, L.; Fernandez Hernan, M.; Garcia Guinea, J., (1987): Pegmatitas de Colmenar Viejo y de su entorno mas próximo. *Est. Geol. Sobre Colmenar Viejo. Mon. Com. Madr.*, (en prensa).
- Sanchez Muñoz, L., (1989): Feldespatos pegmatíticos: las pegmatitas de La Pedriza (clase IV) y de Los Remedios (clase II), Colmenar Viejo - Manzanares El Real (madrid). *Tesis de Licenciatura*, Universidad Complutense de Madrid, 235p. (inedito).
- Shearer, C.K.; Papike, J.J.; Laul, J.C. (1985): Chemistry of potassium feldspars from three zoned pegmatites, Black Hills, South Dakota: Implications concerning pegmatite evolution. *Geochim. Cosmochim. Acta* 49, 663-673.
- Stevenson, R.K. & Martin, R.F. (1986): Implications of the presence of amazonite in the Broken Hill and Geco metamorphosed sulfide deposits. *Can. Mineral.* 24, 729-745.
- Swanson, S.E. & Fenn, P.M. (1986): Quartz crystallization in igneous rocks. *Am. Mineral.* 71, 331-342.
- Trueman, D. L. & Černý, P. (1982): Exploration for rare element granitic pegmatites. In *Granitic Pegmatites in Science and Industry*. P. Černý Ed. *Mineral. Assoc. Can., Short-Course Handbook* 8, 463-491.
- Yang Taiming, Yuanlai, C., Dong, B. (1986): Textural studies of two different types of granites in Fujian, China, with particular reference to Xingluokeng and Kuiqi granites. In *The Crust The Significance of Granites Gneisses in the Lithosphere*. *Board. Ed. Theophrastus Publications S.A.*, Athens 1985, 267-296.